

隕石の地球への衝突によるダスト放出の数値シミュレーション

Numerical simulation of dust production by impact cratering on the earth

木村 貴之[1], 高田 淑子[2]

Takayuki Kimura[1], Toshiko Takata[2]

[1] 宮教大・教育・理科・地学, [2] 宮教大・地学

[1] Geology, Sci., Miyagi Univ. of Edu., [2] Geology, Miyagi U. Edu.

弾塑性大変形を伴うSPH計算コードを作成し、直径30 kmの隕石が衝突速度5 km/sで地表に衝突する問題をシミュレーションした。計算結果では、掘削質量は約 10^{18} kg、最終的なクレーター直径は150 kmとなった。長期間成層圏に滞留するダストの質量は 3×10^{14} kgと推定され、このダストが地球全域を均一に覆うと仮定すると、0.2 mmの厚さになる。この値は、ダスト放出による地球規模の気候変動を示唆する。

隕石衝突による大型クレーターが形成される時、莫大な量のダストが放出する。O'Keefe and Ahrens (1982)は、衝突体の質量の約10分の1が成層圏エアロゾルになると報告しているが、地表面の運動の数値シミュレーションによってダスト量を推定しており、実際のダストの軌跡を考慮していない。そこで、我々は、弾塑性体有限歪を伴う2次元Smoothed Particle Hydrodynamics (SPH)シミュレーションを用い、エジェクタの運動も追跡し、実際に成層圏に滞留するエジェクタ質量を算定した。

まず、弾塑性体大変形用のSPHコードの信頼性を確認するため、無限小歪を伴う運動、ならびに、弾塑性体有限歪を伴う運動のモデル計算を実施した。後者では、鉄棒の衝突実験結果(Libersky and Petschek, 1991)と比較し、変形量比で、誤差10%以内という結果が得られた。

この計算コードを用いて、直径30 kmの隕石が衝突速度5 km/sで地表に衝突する問題をシミュレーションしたところ、掘削質量、約 10^{18} kg、最終クレーター直径、約150 kmとなり、Schmidt and Housen (1987)のクレータースケリングで求まる結果とほぼ等しいことが判明した。さらに、エジェクタの軌跡から、成層圏に到達するエジェクタの質量は、約 3×10^{17} kgであり、全エジェクタの約0.1が、成層圏で長期間滞留すると考えられる直径1 micron-m以下のダスト粒子であるという核実験のエジェクタサイズ分布の結果(O'Keefe & Ahrens, 1982)を適用すると、生成される成層圏エアロゾルの総質量は、 3×10^{14} kgとなる。これらは地球全球を平均的に覆うと仮定すると、厚さ0.2 mmとなる。

このダスト質量は、史上最大といわれる火山噴出物の約3000倍(原田, 1982)であることから、この規模の衝突クレータリングにより、地表における日射量が減少し、地球規模での気候変動がおこることを示唆する。